

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk dalam negara berkembang, tidak pernah lepas dari pembangunan. Sasaran pembangunan Indonesia adalah pada sektor industri, termasuk industri kimia baik itu industri penghasil bahan jadi maupun bahan setengah jadi. Dengan berkembangnya sektor industri tersebut diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan perekonomian yang rasional.

Asetaldehida mempunyai kegunaan sangat luas dalam industri kimia. Lebih dari 95% produk ini digunakan dalam industri sebagai bahan intermediet untuk menghasilkan produk kimia yang lain, antara lain adalah sebagai bahan baku pembuatan asam asetat, etil asetat, *pyridine*, *glyoxal*, alkilamina, *pentaerythritol*, dan bahan kimia lainnya (Mc. Ketta, 1976).

Produksi asetaldehida secara industri saat ini dinilai belum ekonomis karena biaya produksi relatif masih mahal. Salah satu cara untuk menekan biaya produksi yaitu dengan menggunakan katalis yang dapat memberikan konversi dan selektivitas yang memadai. Katalis merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam reaksi, karena pemakaian katalis yang aktif dan selektif dapat menjadikan suatu proses lebih ekonomis dan lebih kompetitif (Husin & Fikri, 2006).

Dengan melihat kegunaannya tersebut terlihat jelas bahwa asetaldehida merupakan senyawa yang penting. Akan tetapi, kebutuhan asetaldehida masih sering didatangkan dari luar negeri melalui impor. Maka dari itu, pemerintah Indonesia berusaha membangun industri-industri yang dapat mengganti peranan bahan impor dengan tujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap negara lain.

Tujuan lain dengan didirikan pabrik asetaldehida di Indonesia diharapkan mampu memberikan keuntungan-keuntungan sebagai berikut:

1. Menghemat pengeluaran devisa negara

Produksi asetaldehida dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga mengurangi ketergantungan impor. Membantu pabrik-pabrik di Indonesia yang memakai bahan baku asetaldehida karena harganya lebih murah.

2. Menggunakan bahan baku etanol yang dengan mudah diperoleh di dalam negeri.
3. Adanya produk yang dihasilkan melalui teknologi modern membuktikan bahwa sarjana-sarjana Indonesia mampu menyerap ilmu serta teknologi modern, dengan demikian tidak akan tergantung pada tenaga asing.
4. Membuka lapangan kerja baru dalam rangka turut memberikan lapangan kerja dan pemerataan perekonomian di Indonesia.

1.2 Pemilihan Kapasitas Perancangan

Pabrik Asetaldehida akan didirikan pada tahun 2020 dengan kapasitas 35.000 ton/tahun. Pemilihan kapasitas perancangan tersebut didasarkan pada pertimbangan- pertimbangan berikut:

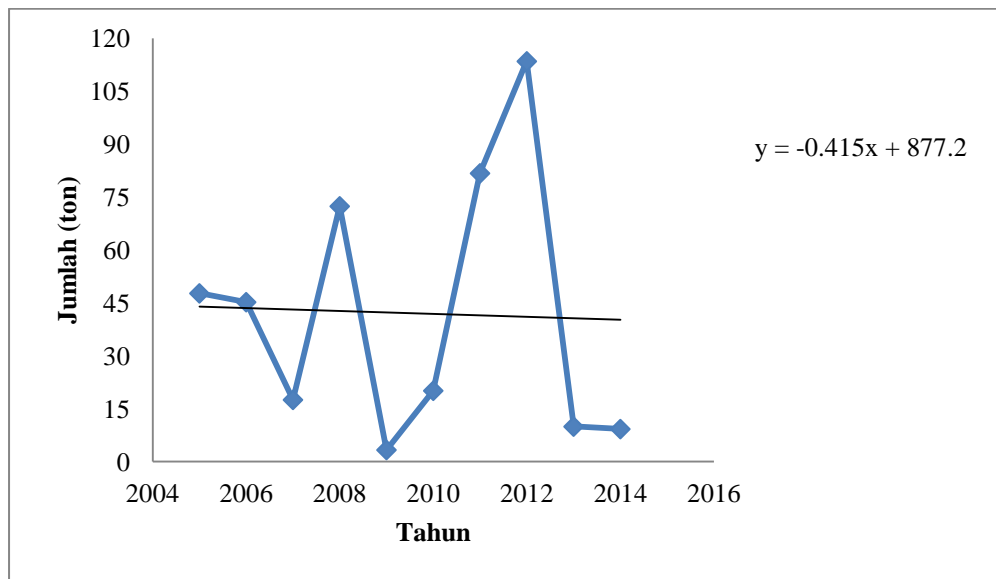
- Proyeksi kebutuhan asetaldehida di Indonesia

Kebutuhan asetaldehida di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia yang menggunakan bahan baku asetaldehida. Data statistik di bawah ini menunjukkan perkiraan permintaan asetaldehida dari luar negeri.

Tabel 1 Data statistik impor asetaldehida (BPS, 2014)

No	Tahun	Jumlah(Kg)
1	2005	47.680
2	2006	45.185
3	2007	17.479
4	2008	72.372
5	2009	3.268
6	2010	20.058
7	2011	81.711
8	2012	113.472
9	2013	9.900
10	2014	9.197

Dari data di atas, didapatkan grafik berikut



Gambar 1. Hubungan asetaldehida dengan tahun impor

Dari grafik, diperoleh hasil regresi untuk menghitung kebutuhan asetaldehida.

$$\begin{aligned}y &= -0,415x + 877,2 \\&= (-0,415 \cdot 16) + 877,2 \\&= 870,56\end{aligned}$$

Asetaldehida yang dibutuhkan di Indonesia pada tahun 2020 yang diperoleh dari hasil regresi sebesar 870,56 ton.

- Kapasitas minimal pabrik yang sudah diproduksi. Dari literatur diperoleh bahwa kapasitas minimal yang dapat memberikan keuntungan adalah 10.000 ton/tahun (Mc.Ketta,1976).

Tabel 2. Data kapasitas produksi asetaldehida di Amerika Serikat

Produsen	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
<i>Celanese</i>	<i>Bay City, Texas</i>	551.000
	<i>Bishop, Texas</i>	528.960
	<i>Clear Lake City, Texas</i>	1.102.000
	<i>Pampa, Texas</i>	22.040
<i>Eastman</i>	<i>Longview, Texas</i>	1.120.000
<i>Publicker</i>	<i>Philadelphia, Pennsylvania</i>	154.280
<i>Union Carbide</i>	<i>West Virginia, Texas</i>	1.482.600
Lain-lain		44.080
Total		4.936.960

(Mc. Ketta, 1976).

- Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang dibutuhkan yaitu etanol, yang cukup tersedia di dalam negeri yaitu dari PT. Indo Acidatama, Surakarta dan PT Perkebunan Nusantara (PTPN) X, Mojokerto.

1.3 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan dan kelangsungan hidup suatu pabrik. Untuk itu harus dipertimbangkan beberapa faktor di bawah ini :

- Sumber bahan baku.

Bahan baku adalah faktor utama dalam menentukan lokasi pabrik ini. Pabrik asetaldehida ini akan didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur, karena dekat dengan sumber bahan baku yaitu etanol diperoleh dari PT. Acidatama, Surakarta atau PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) X, Mojokerto.

- Penyediaan Air

Gresik merupakan kawasan industri yang berkembang, ketersediaan air sebagai air bahan baku maupun air proses telah tercukupi dari sumber-

sumber air yang ada di sekitar Gresik seperti Sungai Bengawan Solo dan Kali Lamong.

- Sistem Transportasi

Transportasi dibutuhkan sebagai penunjang, terutama untuk:

- Penyediaan bahan baku
- Pengangkutan produk
- Pemasaran

Wilayah Gresik yang berada di Jawa Timur merupakan kawasan industri maka jalur perhubungan darat dan udara sudah tersedia. Dengan adanya jalur perhubungan ini maka hubungan antar daerah tidak mengalami hambatan.

- Tenaga Kerja

Tenaga kerja dapat diperoleh dari masyarakat sekitar pabrik. Dengan pendirian pabrik ini diharapkan dapat membuka lapangan kerja baru, sehingga mengurangi pengangguran di Indonesia, terutama di wilayah Gresik dan sekitarnya.

- Pemasaran

Asetaldehida merupakan bahan baku *glue* atau perekat pada industri kayu lapis, *paracetaldegyde*, plastik acetol, dan lain-lain. Dengan berdirinya pabrik asetaldehida di Gresik, Jawa Timur diharapkan kebutuhan asetaldehida bisa tercukupi, juga membuka kesempatan berdirinya industri-industri lain yang menggunakan asetaldehida sebagai bahan baku.

Untuk lebih jelasnya lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar 2.

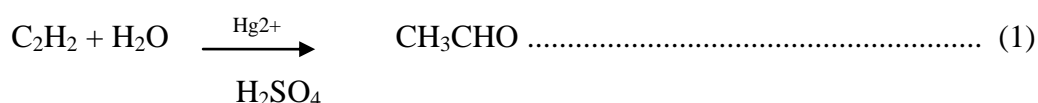
1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Macam-macam Proses Pembuatan Asetaldehida

Secara umum asetaldehida dapat diproduksi dengan proses-proses berikut ini:

1.4.1.1 Dehidrasi Asetilen

Pembuatan asetaldehida dengan proses ini membutuhkan asam sulfat dan merkuri sulfat sebagai katalis.



Asetilen dengan kemurnian tinggi (minimal 97%) dan *recycle* gas asetilen yang mengandung C_2H_2 diumpankan ke dalam reaktor bersama-sama dengan steam. Katalis terdiri atas larutan garam merkuri (0,5-1%), asam sulfat (15-20%), ferro dan ferri (2-4%) dan air, suhu dijaga 90-95 °C dan tekanan 1-2 atm, konversi per pass 55%. Asetilen yang tidak bereaksi dikompresi dan dibersihkan dengan cara penyerapan dengan *scrubber column* sebelum *direcycle* ke reaktor. Pemurnian asetaldehida dilakukan dengan cara destilasi, proses ini dikenal dengan nama *German Procces*. Modifikasi proses ini dikembangkan oleh *Chisso Procces*. Dalam proses ini suhu proses lebih rendah dan tanpa menggunakan *recycle* asetilena. Proses ini menggunakan asam sulfat yang merupakan komponen aktif dan korosif, sehingga ketahanan alat terhadap korosi harus diperhatikan. Merkuri selain harganya mahal juga komponennya beracun oleh karena itu penanganan masalah dan pengaruhnya terhadap bahaya yang ditimbulkan dapat ditanggulangi, juga penanganan asetilen yang mempunyai relativitas tinggi (Mc. Ketta, 1976).

1.4.1.2 Oksidasi Hidrokarbon Jenuh

Produk asetaldehida dari oksidasi butana, propana atau campurannya dalam fase uap non katalitik dikomersilkan oleh *Ce Lanise Coorporation*. Hidrokarbon, udara dan gas *recycle* dicampur dan dipanaskan dalam *furnace* sampai 370 °C yang selanjutnya diumpankan kedalam reaktor. Gas hasil reaksi didinginkan dan mempunyai kadar 12-14%. Pemurnian dengan destilasi, ekstraksi sederhana dan pemisahan secara *exstraktif azeotropic*. Proses ini tidak terlalu berkembang karena tidak terlalu selektif dan membutuhkan *system recovery* yang kompleks dari banyaknya hasil samping yang terjadi, antara lain: formaldehid, methanol, aseton, propanol, butanol dan $\text{C}_5 - \text{C}_7$ alkohol (Mc. Ketta, 1976).

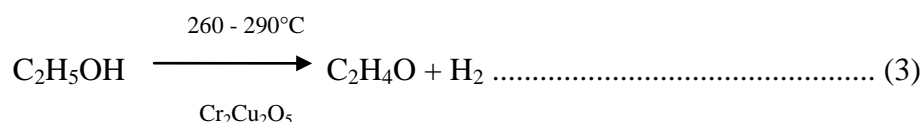
1.4.1.3 Oksidasi etanol



Campuran uap etanol dan udara dimasukkan ke dalam reaktor *fixed bed* dengan katalis Ag pada suhu 350 – 500°C tekanan 1 – 3 atm. Alkohol yang tidak bereaksi

direcycle sebagai umpan reaktor. Pada proses ini *yield* asetaldehida sebesar 85 - 95 % dan konversi terhadap etanol 25-35%.

1.4.1.4 Dehidrogenasi etanol



Etanol diuapkan dan direaksikan pada reaktor *fixed bed* dengan katalis Chrom dan tembaga pada tekanan atmosferik dan temperatur 260-290°C. Asetaldehida diperoleh dengan konversi 30-50% dan *yield* 80% (Mc. Ketta, 1976).

1.4.2 Kegunaan Produk

Asetaldehida merupakan produk yang banyak digunakan untuk memproduksi produk turunannya yaitu antara lain: sebagai bahan baku pembuatan asam asetat, n- butanol, 2- *hexyl ethanol*, *pentaerythrytol*, *trimethylolpropane*, *pyridine*, *pericetic acid*, *crotonaldehida*, asetat anhidrid, *chloral*, 1,3 *butylene*, dan bahan baku pembuatan asam *lactid* (Mc. Ketta, 1976).

1.4.3 Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.3.1 Etanol

- Sifat fisika

Etil alkohol mempunyai sifat yang mudah menguap, mudah terbakar, tidak berwarna (jernih), dengan sifat fisika sebagai berikut
(Perry, 2008):

Tabel 3. Sifat fisika etanol

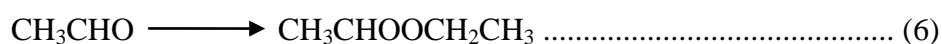
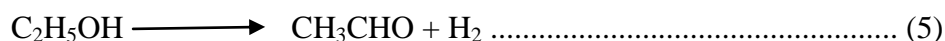
No	Sifat Fisika	Nilai
1	Rumus kimia	C ₂ H ₅ OH
2	Sifat	mudah terbakar
3	Berat molekul, kg/mol	46,07
4	Wujud	Cair
5	Warna	tidak berwarna
6	Titik didih °C	78,4
7	Titik lebur °C	- 112
8	Densitas, g/cm ³	0,7893
9	Viskositas, cp	1,17
10	Panas penguapan, kkal/mol	200,6

- Sifat Kimia

- Oksidasi etanol pada suhu 350 – 500 °C.



- Etanol langsung dapat membentuk etil asetat melalui asetaldehida kemudian dikondensasi.



- Dehidrogenasi etanol membentuk asetaldehida.



- Bereaksi dengan sodium hipoklorit membentuk kloroform.



- Bereaksi dengan asetilen membentuk etil vinil eter.



(Kirk Othmer, 1951).

1.4.3.2. Asetaldehida

- Sifat Fisika

Tabel 4. Sifat fisika asetaldehida

No	Sifat Fisika	Nilai
1	Rumus kimia	CH_3CHO
2	Wujud	Cair
3	Berat molekul, kg/mol	44,053
4	Titik didih pada 1 atm, °C	20,16
5	Titik leleh, °C	-123,5
6	Densitas pada, g/cm ³	0,778
7	Viskositas pada 15 °C, Cp	0,02456

(Perry, 2008).

- Sifat Kimia

Asetaldehida adalah senyawa yang sangat reaktif, yang secara umum dipakai pada bidang manufaktur. Reaksi oksidasi, reduksi, reaksi kondensasi, dan reaksi adisi adalah contoh-contoh reaksi kereaktifannya.

- Oksidasi

Oksidasi asetaldehida fase cair dengan udara (oksigen) merupakan reaksi yang penting dalam industri. Kebanyakan asam asetat banyak diproduksi melalui cairan ini. Reaksi oksidasi adalah reaksi rantai, asam perasetat dihasilkan dan kemudian bereaksi dengan asetaldehida untuk menghasilkan asam asetat melalui monoperasetat.

Reaksi :



- Reduksi

Reduksi terhadap gugus karbonil (C=O) menjadi alkohol mudah terjadi. Banyak jenis katalis yang mungkin digunakan, di antaranya platina dan asam kloroplatinat atau dari amonium kloroplatinat.

- Reaksi Kondensasi

Larutan basa encer menyebabkan asetaldehida mengalami kondensasi menjadi asetadol.



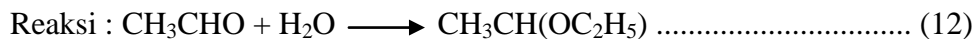
Asetakiol adalah *intermediate* penting dalam pembuatan butyraldehyde dan 1-3 butanol melalui asetaldehida dan juga dalam pembuatan 1,3-butanediol. Juga reaksi yang penting adalah aldol asetaldehida dengan formaldehid berlebihan yang merupakan bagian dari pembuatan *pentarythritol* $\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_4$ secara komersial.

- Polimerisasi

Sedikit asam mineral akan mengkatalisasi *rimetrisasi* aldehida menjadi garaidehida pada suhu ruang. Jika asetaldehida dititrasi dengan HCl kering pada suhu rendah *tetiamer*, metaldehida akan terbentuk. Kemudian akan berubah kembali menjadi asetaldehida dan paraldehida dengan membiarkannya pada 60-65°C selama beberapa hari. Peristiwa ini dinamakan depolimerisasi. Depolimerisasi akan sempurna dengan pemanasan pada tabung *seal*.

- Reaksi Adisi

Meskipun sedikit asetaldehida (kecuali *cloral* dan halogenase aldehida yang lain) yang membentuk hidrat yang dapat diisolasi, suatu larutan encer asetaldehida mengandung hidrat asetaldehida (gem-diol) dalam keseimbangannya.



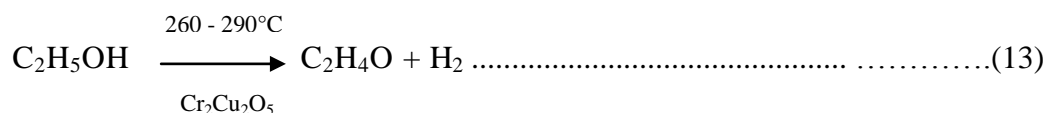
Dengan cara yang sama asetaldehida sedikit terbentuk dan reaksi dengan *glycol* dan dengan senyawa polihidraksi yang lain.

1.4.4 Tinjauan Proses

Reaksi pembentukan asetaldehida salah satunya adalah reaksi dehidrogenasi dengan gugus H dilepaskan dalam bentuk gas H_2 dari ikatan dalam etil alkohol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) sehingga didapat produk yang relatif lebih reaktif berupa asetaldehida dengan rumus molekul $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$.

Asetaldehida secara komersial dibuat dengan dehidrogenasi fase uap etil alkohol.

Reaksi:



Selain persiapan bahan baku yang disimpan pada tangki pada suhu 37°C dan tekanan 1,3 atm, langkah selanjutnya adalah proses dehidrogenasi etanol yang terjadi dalam reaktor *fixed bed multitube* pada kondisi suhu 290°C dan tekanan 1,25 atm. Dalam proses ini etanol direaksikan dengan katalis $\text{Cr}_2\text{Cu}_2\text{O}_5$. Untuk langkah berikutnya adalah langkah pemisahan dan pemurnian produk, asetaldehida yang telah dihasilkan dari menara distilasi 1 (D-130) akan ditampung pada tangki produk (F-137). Dan untuk pemurnian produk etanol yang masih tersisa dari menara destilasi 2 (D-140) akan *direcycle* kembali ke *vaporizer*.



Gambar 2. Peta lokasi pabrik asetaldehida